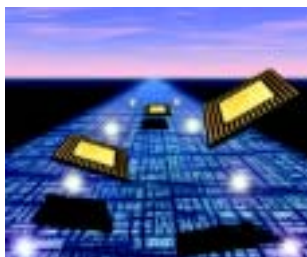


Bezołowiowe technologie montażu sprzętu elektronicznego, część 2



W drugiej części artykułu przedstawiamy postępy wdrażania technologii bezołowiowych w przemyśle elektronicznym w Japonii oraz perspektywy dalszego rozwoju technologii bezołowiowych, a zwłaszcza nowych, ekologicznych materiałów stosowanych do pokrywania wyprowadzeń elementów oraz ich lutowania.



Wdrażanie technologii bezołowiowych w Japonii

W latach 90. prowadzono na świecie wiele prac poświęconych spoiwom bezołowiowym. Rozeznano potencjalne możliwości w zakresie materiałów na luty oraz na pokrycia płytek drukowanych. Wtedy jeszcze nie prowadzono badań i rozeznania w zakresie innych ekologicznych materiałów, jak materiały na obudowy. W Japonii, która zaplanowała wdrożenie technologii bezołowiowych do końca roku 2003, poczyniono obecnie znaczny postęp we wszystkich tych dziedzinach.

Według JEITA (*Japan Electronics and Information Technology Industries Association*) harmonogram wdrożenia technologii bezołowiowych w Japonii będzie przebiegał następująco:

W zakresie podzespołów

- Pierwsze dostawy podzespołów, które będą odporne na podwyższone temperatury lutowania stosowane w montażu bezołowiowym, rozpoczęły się z początkiem roku 2001 i dalej ten proces jest kontynuowany.
- Pełna dostępność podzespołów z kontaktami z pokryciami bez-

ołowiowymi miała nastąpić z końcem roku 2003.

- Podzespoły w pełni bezołowiowe (połączenia wewnątrz obudów będą także wolne od Pb) będą dostępne z końcem roku 2004.

W zakresie technologii montażu

- Stosowanie lutowania spoiwami bezołowiowymi rozpocznie się w latach 2002...2003.
- Wszystkie nowo opracowywane wyroby będą lutowane spoiwami bezołowiowymi począwszy od końca roku 2003.
- Wszystkie produkowane wyroby (nawet te według starych rozwiązań) będą montowane technologiami bezołowiowymi z końcem 2005 roku.

Dane te dotyczą ogólnego harmonogramu. Liderzy zrobią to z pewnością wcześniej, maruderzy nieco później. Opóźnienia nie będą dotyczyły zapewne producentów urządzeń elektroniki konsumenckiej. Przykładem może być firma Matsushita Electronic (dawny Panasonic). Firma podała do publicznej wiadomości, że wszystkie jej wyroby od kwietnia 2003

roku są już montowane z zastosowaniem spoiw bezołowiowych. Firma rozpoczęła produkcję wyrobów „ekologicznych“ od przenośnego odtwarzacza CD w roku 1998. Był to sukces rynkowy i marketingowy. Pełne wdrożenie lutowania bezołowiowego we wszystkich fabrykach koncernu

Tab. 3. Perspektywa wdrożenia rodzajów spoiw bezołowiowych w zależności od sposobu lutowania

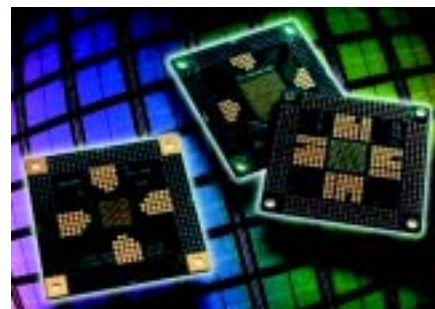
Stop	Do lutowania rozpliwowego		Do lutowania na fali		Do lutowania ręcznego	
	Europa	Japonia	Europa	Japonia	Europa	Japonia
SnAgCu	64%	58%	42%	64%	46%	77%
SnAg	8%	8%	8%	5%	17%	8%
SnAgBi	-	3%	-	3%	-	1%
SnCu	-	1%	17%	20%	4%	12%
SnBi	4%	-	4%	-	4%	-
SnZnBi	-	9%	-	-	-	-
Inne	4%	15%	4%	8%	-	4%
Bez zdania	20%	-	25	-	29	-

w Japonii (22 zakłady) i poza Japonią (79 zakładów) zajęło koncernowi prawie sześć lat. W firmie prowadzi się teraz intensywne prace z dostawcami i kooperantami nad produkcją podzespołów bezołowiowych. W roku 2002 w koncernie Matsushita Electronic zużyto do montażu ponad 2400 kg spoiw, z czego luty bezołowiowe stanowiły 36%. Przewiduje się, że w roku 2003 zużycie spoiw bezołowiowych sięgnie 80%. Złożoność tej operacji można zilustrować takim przykładem: należało skorzystać i dostosować się do 337 patentów z szeroko rozumianego zakresu materiałowo-technologicznego.

W firmie Panasonic poczyniono także znaczne postępy we wdrażaniu w wyrobach nowej generacji płytek drukowanych, które nie zawierają już związków bromu, stosowanych dotychczas jako opóźniacz utrudniający

palność. W płytkach nowego typu uzyskuje się odporność na palność zgodną z UL 94 V-O. Pozostałe właściwości eksploatacyjne płytek nie są gorsze, jak z laminatów dotychczas stosowanych. Ponadto nowe podłoża są odporne na podwyższoną temperaturę stosowaną przy lutowaniu spoiwami bezołowiowymi, a pokrycia kontaktów mają poprawioną lutowalność.

Rozwój technologii bezołowiowych nie byłby możliwy bez nowej generacji podzespołów biernych. Pokrycia ich kontaktów są wykonywane z użyciem Sn, a same podzespoły są miniaturowe,



stosowanego w pastach spoiwa Sn36Pb2Ag)? Takie badania ankietowe prowadzone były od kilku lat wśród czołowych producentów japońskich i europejskich. Odpowiedzi uwzględniały stan wiedzy w firmach oraz stopień przygotowania do wdrożenia nowych lutów. Najwięcej wskazań padło na lut eutektyczny, trójskładnikowy SnAgCu (tab. 3). W Europie badany był lut o składzie Sn3.8Ag0.7Cu, a w Japonii Sn3.0Ag0.5Cu. Wymienione składy różnią się nieznacznie między sobą i mają bardzo zbliżone

Nie musimy się obawiać
Wprowadzenie technologii bezołowiowych nie oznacza, że elementy starszych generacji staną się bezużyteczne. Lutowia starej i nowej generacji mogą ze sobą „współpracować”, dzięki czemu podzespoły z pokryciami zawierającymi ołów mogą być lutowane nowoczesnymi spoiwami.

przez co używa się mniej materiału i oszczędza surowce. Ich lutowalność w masowej produkcji nie odbiega od lutowalności klasycznych podzespołów.

Dotychczas najczęściej trudności sprawiały kondensatory elektrolityczne aluminiowe. Wyeliminowano PVC ze wszystkich obudów kondensatorów i zastąpiono go PET. Obudowy zmodyfikowano tak, że stało się możliwe lutowanie rozpliwowe kondensatorów elektrolitycznych.

Perspektywiczne materiały bezołowiowe

Jaki lut będzie zamiennikiem powszechnie stosowanego lutu eutektycznego Sn37Pb (lub często

temperatury topnienia i podobne parametry technologiczne oraz eksploatacyjne.

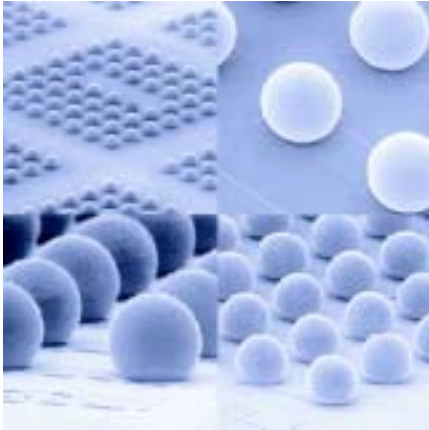
Analizując dane zawarte w tab. 3 można stwierdzić, że większość producentów japońskich jest zdecydowana co do wyboru typu lutu. W Europie nadal 20...30% uznanych producentów nie ma wyrobionego zdania. W zakresie past do lutowania rozpliwowego zdecydowanie przeważają pasty w oparciu o lut SnAgCu. Na rynku dostępna już jest oferta co najmniej kilkunastu producentów takich past. W przypadku lutowania na fali, najbardziej prawdopodobne luty to SnAgCu oraz SnCu. Lut SnCu jest tańszy niż SnAgCu i jako lut dwuskładniko-

Tab. 4. Materiał pokrycia pól kontaktowych płytek drukowanych

Pokrycie	Metalizacja pól płytek drukowanych	
	Europa	Japonia
Sn	12%	8%
Ag	9%	-
Ni/Au	31%	37%
Pd/Au	3%	3%
SnAgCu	6%	21%
SnCu	-	12%
Inne	9%	18%
Bez zdania	30%	-

Tab. 5. Pokrycia pól kontaktowych podzespołów

Rodzaj pokrycia	Europa
Sn	24%
Ag	5%
Ni/Au	14%
Pd/Au	16%
SnAgCu	11%
SnCu	7%
SnAg	7%
SnBi	5%
Bez zdania	11%



wy prostszy do prowadzenia procesu lutowania. Łatwiejsza niż przy spoiwach trójskładnikowych jest kontrola i utrzymanie składu lutu w agregacie lutowniczym. Wybór lutu do lutowania lutownicą jest już następstwem wyboru lutu do lutowania w masowej produkcji. Stosowanie tego samego lutu upraszcza proces napraw u masowych producentów. Jak wi-

dać w tab. 3, większość zakładów montażowych opowiada się za lutami z rodziny SnAgCu. Jeśli taki wybór potwierdzi się, to można spodziewać się obniżenia cen tego lutu z uwagi na efekt skali.

Pierwszy etap wdrożenia technologii bezołowiowych to nie tylko luty, ale i pokrycia pól kontaktowych płytek drukowanych. Preferencje europejskie i japońskie pokazano w tab. 4. Podobnie jak w przypadku spoiw, ok. 30% firm europejskich nie ma wyrobionej opinii w tym zakresie. Przeważa w prognozach pokrycie Ni/Au. Jest ono w praktyce stosowane już od dawna w płytkach drukowanych o dużej i bardzo dużej gęstości montażu.

Pozycja „inne“ odnosi się do pokryć typu OSP (*Organic Solderability Protectants*), które już od kilku lat stosowane są przede wszystkim w Japonii, w sprzęcie elektroniki konsumenckiej. Ostat-

Eutektyk (z greki: „dobrze topliwy”) to stop o takim składzie, który zapewnia temperaturę topnienia niższą od temperatury topnienia ich elementów składowych.

nio coraz częściej mówi się o pokryciach z czystej Sn, którą można nanosić metodami immersyjnymi (warstwy cienkie) lub galwanicznymi (warstwy grubsze).

Jeśli chodzi o pokrycia kontaktów podzespołów, to dominujące są monometaliczne pokrycia Sn (tab. 5). Wśród pokryć stopowych podobny udział mają trzy materiały: Pd/Ag, Ni/Au oraz SnAgCu.

Wdrożenie wyżej wspomnianych materiałów do montażu elektronicznego wymaga, aby zastosowane materiały: luty, podzespoły i podłoża nie uległy uszkodzeniu przy lutowaniu. Typowy profil lutowania rozplwowego lu-

Immersja (od łacińskiego „zanurzyć”) to sposób nanoszenia substancji chemicznych na obiekty poprzez ich zanurzenie.

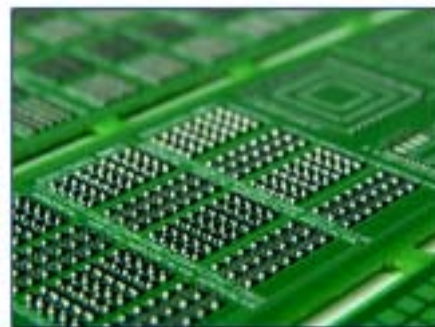
tami bezołowiowymi wymaga odporności podzespołów na temperaturę lutowania 250°C przez co najmniej kilkadziesiąt sekund w impulsie lub, innymi słowy, 60...90 sekund powyżej temperatury topnienia lutu (ok. 220°C). Dotychczas stosowane w montażu podzespoły wytrzymują temperaturę 260°C przez 10 sekund.

Podsumowanie

Przyjęty sposób wdrożenia technologii bezołowiowych w Europie i Japonii opiera się na stopach bogatych w Sn, wzajemnie ze sobą kompatybilnych. Odnośnie spoiw, będzie to zapewne potrójny stop SnAgCu o składzie zbliżonym do eutektycznego. Będzie on stosowa-

ny przede wszystkim do produkcji past lutowniczych, a także na luty do lutowania na fali oraz w postaci drutów do lutowania ręcznego. W zakresie pokryć kontaktów PCB, to w rozwiązaniach profesjonalnych będzie zapewne dominowało pokrycie Ni/Au, ze wskazaniem w niedalekiej przyszłości na SnAgCu oraz immersyjną Sn. W zakresie pokryć wyprawań podzespołów spodziewane jest szerokie stosowanie galwanicznej Sn, chociaż firmy japońskie sięgają po Pd/Au lub SnBi. Wszystkie wymienione powyżej materiały są między sobą kompatybilne i dobrze ze sobą współpracują. Żadne z wymienionych stopów nie zawierają zanieczyszczenia Pb, zwłaszcza stopy lutownicze zawierające Bi.

Wobec przyjętych uwarunkowań prawnych, w Europie zegar wdrożenia technologii bezołowiowych w montażu sprzętu elektronicznego już bije. Graniczny czas



wdrożenia był wielokrotnie przesuwany, a teraz jest już powszechnie znany: 1 lipca 2006 roku w Europie. Producenci japońscy, nastawieni na rynek konsumencki, zaplanowali wdrożenie technologii bezołowiowych do końca 2003 roku dla wyrobów nowych i do końca roku 2005 dla wszystkich.

Dochodzące informacje z rynku japońskiego wskazują, że dotrzymanie takiego harmonogramu wdrożenia jest możliwe.

dr inż. Ryszard Kisiel